

Perbandingan efektivitas enzim bromelain dan enzim papain terhadap degradasi jaringan karies dentin sebagai agen *chemo-mechanical caries removal*

Johan Al Falah^{1*}, Berlian Prihatiningrum¹, Raditya Nugroho²

¹Departemen Kedokteran Gigi Anak, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember, Indonesia

²Departemen Ilmu Konservasi Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember, Indonesia

*Korespondensi: johanalfalah99@gmail.com

Submisi: 08 Juli 2021; Penerimaan: 28 April 2022; Publikasi online: 28 April 2022

DOI: [10.24198/jkg.v34i1.34457](https://doi.org/10.24198/jkg.v34i1.34457)

ABSTRAK

Pendahuluan: Metode pembersihan karies menggunakan *handpiece* dan bur terbukti masih memiliki banyak kekurangan menyangkut kecemasan dan rasa takut terutama pada anak-anak. *Chemo-mechanical caries removal* (CMCR) berbasis enzim protease merupakan metode alternatif dalam mengatasi kekurangan dari metode sebelumnya. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis perbandingan efektivitas pemberian gel enzim bromelain konsentrasi 10% dan pemberian enzim papain selama 2 menit terhadap degradasi jaringan karies, bahwa diharapkan gel enzim bromelain dapat menjadi pertimbangan sebagai alternatif bahan CMCR. **Metode:** Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratoris dalam desain *pre-test and post-test control group*, dengan aplikasi gel bromelain konsentrasi 10% pada kelompok B dan enzim papain (BRIX3000®) pada kelompok P, pada sampel gigi premolar permanen rahang atas dengan karies dentin kelas I G.V. Black selama 2 menit, dengan kelompok K sebagai kontrol. **Hasil:** Hasil didapatkan berupa gambaran *scanning electron microscope* (SEM) dari permukaan jaringan karies akibat aplikasi kedua gel enzim protease. Rata-rata kedalaman degradasi jaringan karies dentin pada kelompok kontrol, kelompok enzim bromelain konsentrasi 10%, dan kelompok enzim papain berurutan 28,25 µm, 42,08 µm, dan 40,82 µm. Berdasarkan uji statistik perbedaan antara dua kelompok, kelompok perlakuan enzim protease memiliki perbedaan terhadap kelompok kontrol dengan nilai *Sig. (2-tailed)* kurang dari 0,05, sedangkan antara kelompok enzim bromelain dan kelompok enzim papain dengan nilai 0,856, yang berarti keduanya tidak berbeda secara signifikan. **Simpulan:** Aplikasi enzim bromelain ekstrak buah nanas konsentrasi 10% dalam penelitian ini memiliki efektivitas yang setara dengan aplikasi enzim papain (BRIX3000®) selama 2 menit dalam menghasilkan degradasi jaringan karies pada dentin, sehingga bisa menjadi alternatif bahan CMCR.

Kata kunci: enzim bromelain konsentrasi 10%; enzim papain; *Chemo-mechanical Caries Removal* (CMCR); degradasi jaringan karies dentin; *scanning electron microscope*

The effectiveness comparison of bromelain and papain on the degradation of dentinal caries tissue as chemo-mechanical caries removal agent

ABSTRACT

Introduction: The caries removal method using a *handpiece* and bur is proven to have many shortcomings regarding anxiety and fear, especially in children. *Chemo-mechanical caries removal* (CMCR) based on protease enzymes is an alternative method to overcome the shortcomings of the previous method. The purpose of this study was to analyse the effectiveness of 10% concentration of bromelain and papain enzyme application for 2 minutes on the caries tissue degradation. It is hoped that bromelain enzyme gel can be considered as an alternative CMCR material. **Methods:** This research was a laboratory experimental study in *pre-test and post-test control group* design, with application of 10% bromelain gel in group B and papain enzyme (BRIX3000®) in group P, on samples of maxillary permanent premolars with dentinal caries class I G.V. Black for 2 minutes, with group K as control. **Results:** The results were obtained in the form of a *scanning electron microscope* image of the carious tissue surface due to the application of the two protease enzyme gels. The average depth of dentin caries degradation in the control group, the 10% bromelain enzyme group, and the papain enzyme group were 28.25 µm, 42.08 µm, and 40.82 µm. Based on the statistical test of the difference between the two groups, the protease enzyme treatment groups had a significant difference compared to the control group with a *Sig. (2-tailed)* value of less than 0.05, while between the bromelain enzyme group and the papain enzyme group had a value of 0.856, which means the two were not different significantly. **Conclusion:** The application of the 10% concentration of bromelain enzyme in pineapple extract for 2 minutes in this study had an effectiveness equivalent to the application of the papain enzyme (BRIX3000® product) for 2 minutes in producing the degradation of carious tissue in dentin, so it could be an alternative material for CMCR.

Keywords: 10% concentration of bromelain enzyme; papain enzyme; *Chemo-mechanical Caries Removal* (CMCR); dentin caries tissue degradation, *scanning electron microscope*

PENDAHULUAN

Karies merupakan keadaan rusaknya jaringan keras gigi oleh metabolisme mikroorganisme yang menyebabkan demineralisasi jaringan keras gigi dilanjutkan oleh degradasi bahan organiknya.¹ Karies bermula pada email, dan apabila tidak dirawat, akan menimbulkan kavitas yang terus berkembang. Karies tersebut dapat berlanjut, menimbulkan perluasan yang lebih dalam dan melibatkan dentin serta pulpa. Mikroorganisme akan berpenetrasi melalui tubulus-tubulus dentin dan melakukan invasi dengan memproduksi asam sehingga menyebabkan penurunan pH secara signifikan dan demineralisasi pada dentin.²

Pembersihan jaringan karies adalah prosedur untuk menghilangkan dan mencegah berkembangnya lesi karies. Metode yang paling umum digunakan yaitu metode konvensional dengan menggunakan *handpiece* dan bur, yang seringkali menyebabkan persepsi perawatan jaringan karies yang tidak nyaman, rasa takut, dan kecemasan pada pasien sehingga menyebabkan kurangnya keinginan untuk memeriksakan diri dan merawat karies gigi ke dokter gigi.^{3,4}

Chemo-mechanical Caries Removal (CMCR) merupakan metode alternatif dengan aplikasi bahan kimia yang diikuti dengan ekskavasi ringan untuk membersihkan jaringan karies.⁵ Agen CMCR telah disarankan sebagai alternatif perawatan karies pada gigi sulung dan perawatan pada pasien anak, pasien lanjut usia, pasien yang mempunyai phobia pada perawatan gigi dan mulut, pasien yang kurang kooperatif, pasien berkebutuhan khusus serta pasien yang infeksi.^{6,7} Enzim proteolitik merupakan salah satu dari jenis agen CMCR. BRIX3000® merupakan produk yang banyak digunakan di pasaran berbasis enzim papain.⁸ Enzim protease bekerja dengan menghidrolisis ikatan peptida protein menjadi asam amino sederhana. Peran agen CMCR adalah melangsungkan degradasi lebih lanjut pada kolagen yang telah mengalami degradasi tidak sempurna dengan cara memutus molekul kolagen pada rantai polipeptida dalam struktur tripel heliks melalui aksi proteolitik oleh enzim protease, sehingga jaringan karies dapat dieliminasi lebih mudah.⁹

Enzim bromelain merupakan enzim protease dari tanaman nanas (*Ananas comosus* L. Merr) dengan sifat yang mirip dengan enzim papain.

Kadar enzim bromelain tertinggi terkandung pada bagian daging dan bonggol buahnya.¹⁰ Enzim bromelain memiliki efek yang lebih besar dalam degradasi protein dibandingkan enzim papain dan dibuktikan dengan pelunakkan jaringan karies yang efektif sehingga memiliki potensi sebagai agen CMCR. Penelitian Reddy *et al.* mengkaji mengenai efek enzim bromelain dan enzim papain pada jaringan karies di gigi sulung, sehingga perlu diteliti lebih lanjut efeknya pada gigi permanen.¹¹ Artikel ini bertujuan untuk memaparkan kajian tentang perbandingan efektivitas pemberian gel enzim bromelain ekstrak buah nanas (*Ananas comosus* L. Merr) dalam konsentrasi 10% dan pemberian enzim papain selama 2 menit terhadap degradasi jaringan karies pada dentin yang diamati menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) sehingga dapat menjadi pertimbangan alternatif bahan CMCR.

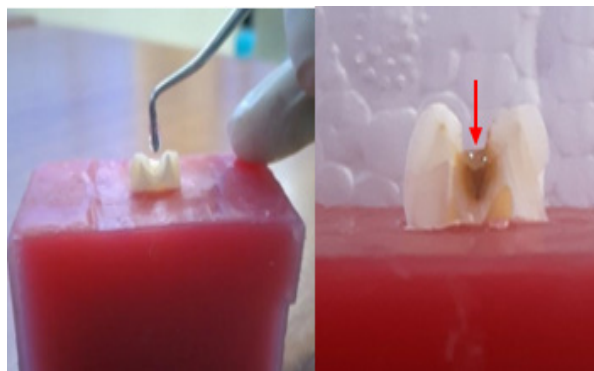
METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratoris dalam desain *pre-test and post-test control group design*. Penelitian bertempat di laboratorium Fakultas Kedokteran Gigi, Fakultas Farmasi, dan Fakultas MIPA Universitas Jember dengan uji SEM di laboratorium biosains Politeknik Negeri Jember. Sampel penelitian adalah gigi premolar permanen rahang atas manusia dengan karies dentin kelas I klasifikasi G. V. Black dengan bahan penelitian berupa gel enzim bromelain ekstrak buah nanas (*Ananas comosus* L. Merr) dan enzim papain dalam produk BRIX3000®.

Sampel penelitian berupa gigi premolar permanen rahang atas manusia dengan karies kelas I klasifikasi G. V. Black yang mencapai dentin dipotong secara vertikal arah buko-palatal untuk memisahkan sisi mesial dan distal mahkotanya saja. Selanjutnya, gigi tersebut dipreparasi pada area karies sedalam *dentino enamel junction* (DEJ). Terdapat 3 kelompok yaitu kelompok kontrol (K), kelompok dengan aplikasi enzim bromelain konsentrasi 10% (B) selama 2 menit, dan kelompok dengan aplikasi enzim papain (P) selama 2 menit, dengan 4 sampel pada masing-masing kelompok. Masing-masing sampel disimpan di dalam wadah dan direndam dalam air saline untuk menjaga kondisinya hingga waktu perlakuan dan pengamatan.

Isolasi enzim bromelain dari buah nanas (*Ananas comosus* L. Merr) dilakukan dengan metode ekstraksi sentrifugasi yang dihomogenisasi dengan *buffer* fosfat dengan tujuan untuk mendapatkan enzim yang keluar dari sel-sel dalam buah nanas.¹³ Hasil isolasi enzim bromelain buah nanas (*Ananas comosus* L. Merr) kemudian dimurnikan secara presipitasi menggunakan amonium sulfat kadar 60%.¹¹ Larutan enzim bromelain yang telah dimurnikan diencerkan menjadi konsentrasi 10% dan dibuat sediaan gel dengan basis HPMC (*Hydroxypropyl Metyl Cellulose*) 2%. Hasil akhir gel enzim bromelain dengan konsentrasi 10% yang didapatkan sebanyak 100 gr. Gel enzim bromelain disimpan dalam wadah tertutup pada suhu ruangan. Enzim papain yang digunakan pada perlakuan sampel didapatkan dari produk gel BRIX3000® dengan konsentrasi yang tertera yaitu 10%.

Sampel diamati terlebih dahulu keadaan sebelum diberi perlakuan dengan menggunakan SEM pada perbesaran 600x untuk mengamati keadaan degradasi jaringan dentin akibat karies. Sampel kemudian diberi perlakuan sesuai dengan ketentuan kelompoknya. Sampel pada kelompok K hanya diberi irigasi dengan aquades steril. Sampel pada kelompok B diberi perlakuan berupa aplikasi gel enzim bromelain konsentrasi 10% dengan menggunakan sonde kecil pada dasar kavitas yang telah dibuat selama 2 menit lalu dibilas dengan aquades steril (gambar 1). Sampel pada kelompok P diberi perlakuan berupa aplikasi gel enzim papain (BRIX3000®) dengan menggunakan sonde kecil pada dasar kavitas yang telah dibuat selama 2 menit lalu dibilas dengan aquades steril (gambar 1). Setelah perlakuan, sampel dianalisis dengan menggunakan SEM pada perbesaran 600x untuk mengamati degradasi jaringan karies pada dentin. Pengamatan dilakukan oleh 2 pengamat dan dilakukan pada 3 lapang pandang di masing-masing sampel, yaitu pada area paling bukal, tengah, dan paling palatal dari kavitas preparasi. Kedalaman degradasi jaringan karies pada dentin diukur dari permukaan karies yang setinggi *dentino enamel junction* hingga dasar kavitas mikroskopis irregular menggunakan *software SEM Hitachi® TM3030Plus*, kemudian dihitung rata-rata kedalaman degradasi karies pada masing-masing sampel.



Gambar 1. Aplikasi gel enzim bromelain dan papain pada dasar kavitas dengan sonde kecil.
(Sumber: dokumentasi pribadi)

Data disusun dan dianalisis menggunakan IBM SPSS Statistics 25. Data hasil penelitian diuji normalitas dengan uji *Shapiro-wilk* dan uji homogenitas dengan uji *Levene*. Uji selanjutnya yang dilakukan adalah *Paired T-Test* dengan membandingkan data berpasangan yaitu hasil *pre-test* dan *post-test* dari setiap kelompok. Uji dilanjutkan dengan *Independent T-Test* untuk mengetahui perbedaan antar dua kelompok uji tidak berpasangan pada data *post-test*. Penelitian ini telah disetujui oleh Komisi Etik Penelitian Kesehatan (KEPK) Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember dengan nomor No.1226/UN25.8/KEPK/DL/2020.

HASIL

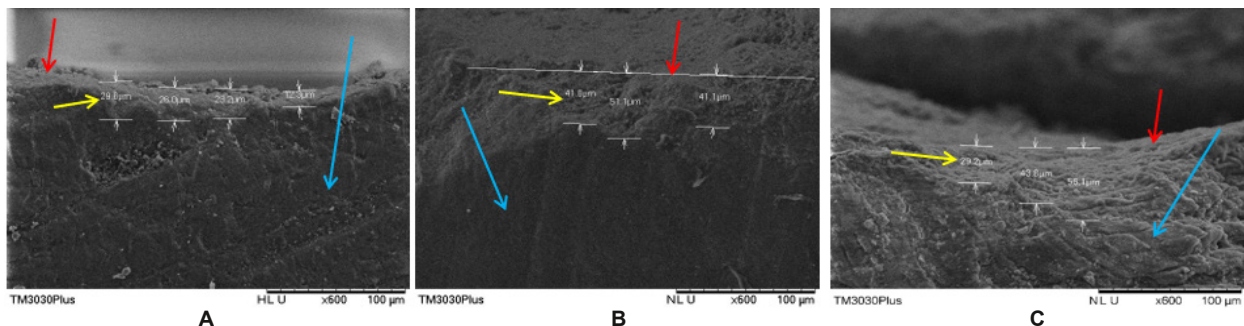
Hasil penelitian ditunjukkan berupa gambaran SEM degradasi jaringan karies pada dentin seperti pada gambar 2. Berdasarkan data pengukuran dengan menggunakan SEM (tabel 1), kelompok kontrol menunjukkan rata-rata kedalaman degradasi dentin sebesar 28,02 μm sebelum dilakukan perlakuan. Setelah dilakukan perlakuan dengan menggunakan aquades steril, kelompok kontrol menunjukkan rerata kedalaman degradasi jaringan karies pada dentin sebesar 28,25 μm , sehingga didapatkan perubahan rerata kedalaman degradasi jaringan karies pada dentin sebesar 0,23 μm . Kelompok yang akan diberi perlakuan dengan aplikasi enzim bromelain konsentrasi 10% menunjukkan rerata kedalaman degradasi dentin sebelum perlakuan sebesar 28,67 μm . Kedalaman degradasi jaringan karies pada dentin selanjutnya diukur setelah perlakuan dengan aplikasi enzim bromelain konsentrasi

10%. Hasil pengukuran tersebut menunjukkan rerata kedalaman degradasi jaringan karies pada dentin sebesar 42,08 μm , sehingga didapatkan perubahan rerata kedalaman degradasi jaringan karies pada dentin akibat aplikasi enzim bromelain sebesar 13,41 μm setelah perlakuan. Kelompok yang akan diberi perlakuan dengan aplikasi enzim papain menunjukkan rerata kedalaman degradasi

dentin sebelum perlakuan sebesar 28,61 μm . Rerata kedalaman degradasi jaringan karies pada kelompok ini setelah diberi perlakuan dengan aplikasi enzim papain adalah sebesar 40,82 μm , sehingga didapatkan perubahan rerata kedalaman degradasi jaringan karies pada dentin akibat aplikasi enzim papain sebesar 12,21 μm setelah perlakuan.

Tabel 1. Hasil pengamatan kedalaman degradasi jaringan karies dengan SEM

Sampel	Rerata degradasi jaringan karies pada dentin		
	Kontrol (K)	Perlakuan	
		Gel enzim bromelain konsentrasi 10% (B)	Enzim papain (P)
Sebelum perlakuan (<i>pre-test</i>)	28,02 Mm	28,67 Mm	28,61 Mm
Setelah perlakuan (<i>post-test</i>)	28,25 Mm	42,08 Mm	40,82 Mm
Perubahan (<i>post-test – pre-test</i>)	0,23 Mm	13,41 Mm	12,21 Mm



Gambar 2. Gambaran degradasi jaringan karies pada dentin. (A) kelompok kontrol, (B) kelompok dengan aplikasi enzim bromelain konsentrasi 10%, (C) kelompok enzim papain dengan menggunakan SEM perbesaran 600x. Panah kuning menunjukkan degradasi jaringan karies, panah merah menunjukkan permukaan terluar jaringan dentin di dasar kavitas, sedangkan panah biru menunjukkan jaringan dentin (Sumber: dokumentasi pribadi)

Uji normalitas dengan uji *shapiro-wilk* menunjukkan data yang berdistribusi normal pada masing-masing kelompok dengan didapatkan nilai signifikansi P lebih besar dari 0,05 pada semua kelompok, yaitu 0,974 (*pretest*) dan 0,777 (*posttest*) pada kelompok K; 0,404 (*pretest*) dan 0,891 (*posttest*) pada kelompok B; serta 0,841 (*pretest*) dan 0,332 (*posttest*) pada kelompok P. Uji homogenitas dengan uji *levene* yang menunjukkan variansi tinggi atau data yang tidak homogen pada hasil *post-test* antara semua kelompok. Berdasarkan tabel 1, secara deskriptif terdapat perbedaan kedalaman lubang irregular (degradasi jaringan karies) dari keadaan sebelum perlakuan dan setelah perlakuan, sehingga ada pengaruh dari pemberian perlakuan.

Uji yang dilakukan selanjutnya adalah *Independent T-Test* pada dua kelompok tidak berpasangan, yaitu antara data *post-test* kelompok kontrol (K) dan kelompok dengan aplikasi enzim

bromelain konsentrasi 10% (B), kelompok kontrol (K) dan kelompok dengan aplikasi enzim papain (P), serta kelompok dengan aplikasi enzim bromelain konsentrasi 10% (B) dan kelompok dengan aplikasi enzim papain (P), seperti ditunjukkan pada tabel 2. Perbandingan antara kelompok kontrol (K) dan kelompok dengan aplikasi enzim bromelain konsentrasi 10% (B) menunjukkan nilai *Sig. (2-tailed)* kurang dari 0,05, yang berarti ada perbedaan yang signifikan antara kelompok-kelompok tersebut. Perbandingan antara kelompok kontrol (K) dan kelompok dengan aplikasi enzim papain (P) menunjukkan nilai *Sig. (2-tailed)* lebih dari 0,05, yang berarti tidak ada perbedaan yang signifikan antara kelompok-kelompok tersebut. Langkah selanjutnya adalah dilakukan perbandingan antara kelompok dengan aplikasi enzim bromelain konsentrasi 10% (B) dan kelompok dengan aplikasi enzim papain (P) yang menunjukkan nilai *Sig. (2-tailed)* lebih dari

0,05, yang berarti bahwa antara kelompok dengan aplikasi enzim bromelain konsentrasi 10% dan kelompok dengan aplikasi enzim papain tidak memiliki perbedaan yang signifikan.

Tabel 2. Hasil Independent T-Test

	K	B	P
K		0,041*	0,095**
B			0,856**
P			

Keterangan: * = perbedaan bermakna antarkelompok ($p < 0,05$); K = Kelompok kontrol; ** = perbedaan tidak bermakna antarkelompok ($p > 0,05$); B = Kelompok Enzim Bromelain Konsentrasi 10%; P = Kelompok Enzim Papain

Tabel 3. Hasil Independent T-Test

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Posttest K vs B	Equal variances assumed	7,565	,033	-3,319	6	,016	-13,83750	4,16918	-24,03912	-3,63588
	Equal variances not assumed			-3,319	3,193	,041	-13,83750	4,16918	-26,66382	-1,01118
Posttest K vs P	Equal variances assumed	8,412	,027	-2,377	6	,055	-12,57500	5,29090	-25,52136	,37136
	Equal variances not assumed			-2,377	3,118	,095	-12,57500	5,29090	-29,05724	3,90724
Posttest B vs P	Equal variances assumed	,331	,586	,190	6	,856	1,26250	6,65526	-15,02233	17,54733
	Equal variances not assumed			,190	5,674	,856	1,26250	6,65526	-15,25161	17,77661

PEMBAHASAN

Efektivitas enzim terhadap degradasi jaringan karies pada dentin yang dimaksudkan di penelitian ini adalah kemampuan enzim merusak jaringan karies dengan terbentuknya lubang-lubang irregular mikroskopis pada jaringan karies pada dentin. Enzim bromelain ekstrak buah nanas (*Ananas comosus* L. Merr) konsentrasi 10% dan enzim papain bekerja secara proteolitik menimbulkan lubang-lubang irregular tersebut yang disebabkan oleh degradasi jaringan karies dentin. Kedalaman degradasi diamati menggunakan SEM dan diukur dalam satuan μm (mikrometer) dari permukaan terluar jaringan karies pada dentin hingga dasar

lubang yang terbentuk pada perbesaran 600x. Penelitian ini serupa dengan penelitian oleh Reddy *et al.* (2019) mengenai aplikasi enzim bromelain dan enzim papain pada gigi molar sulung, namun dalam penelitian ini berbeda karena menggunakan sampel gigi molar permanen, dengan konsentrasi enzim bromelain yang digunakan 10% dan enzim papain yang berasal dari produk BRIX3000, sehingga dapat mengetahui pula pengaruh dan perbandingan kedua enzim terhadap jaringan karies dentin yang terjadi pada gigi permanen.¹¹

Proses karies gigi menyebabkan komponen anorganik (mineral) dalam jaringan terdemineralisasi sehingga kolagen dan komponen matriks organik penyusun jaringan keras gigi terekspos dan

rentan terhadap degradasi oleh enzim protease bakteri dan enzim hidrolase lainnya.⁹ Kerusakan ini akan membentuk zona terluar dari dentin yang membusuk dan menandakan kerusakan kolagen akibat enzim yang diproduksi oleh bakteri.^{14, 15}

Enzim protease seperti enzim bromelain dan enzim papain berperan dalam degradasi lebih lanjut pada kolagen yang telah mengalami degradasi tidak sempurna dengan cara memutus molekul kolagen pada rantai polipeptida glisin dalam struktur tripel heliks melalui aksi proteolitik oleh enzim protease.^{9,16} Enzim bromelain dan enzim papain merupakan salah satu bagian dari enzim endopeptidase pada kelompok protease sistein (protease tiol) yang mengkatalisis pemecahan protein dari dalam rangkaian panjang dengan memutus ikatan peptide (khususnya glisin, alanin dan leusin) dengan menyisipkan komponen air yaitu -H dan -OH sehingga rantai protein terputus.^{17,18} Aksi proteolitik akan bekerja pada zona dentin terinfeksi dan tidak akan bekerja pada jaringan sehat dikarenakan adanya *protease plasmatic inhibitor alpha-1-antitrypsin* sehingga enzim tidak mempengaruhi jaringan sehat.

Hasil penelitian ini menunjukkan perbedaan antara keadaan sebelum perlakuan dan setelah perlakuan pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan, baik dengan enzim bromelain konsentrasi 10% maupun enzim papain, yang berarti adanya pengaruh pemberian perlakuan terhadap degradasi jaringan karies pada dentin gigi. Tabel 1 menunjukkan adanya perubahan kedalaman lubang irregular dari keadaan sebelum dan sesudah perlakuan. Berdasarkan tabel tersebut, rata-rata kedalaman degradasi jaringan karies kelompok dengan aplikasi enzim bromelain konsentrasi 10% menunjukkan angka 42,08 μm yang lebih besar dibandingkan dengan kelompok dengan aplikasi enzim papain yang menunjukkan rata-rata sebesar 40,82 μm . Nilai rata-rata perubahan kedalaman degradasi jaringan karies dari sebelum dan sesudah perlakuan menunjukkan nilai lebih tinggi pada kelompok dengan aplikasi enzim bromelain konsentrasi 10% dibandingkan dengan kelompok dengan aplikasi enzim papain.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, didapatkan bahwa aplikasi gel enzim bromelain ekstrak buah nanas (*Ananas comosus* L. Merr) konsentrasi 10% selama 2 menit lebih efektif dalam mendegradasi jaringan karies pada dentin

dibandingkan dengan aplikasi enzim papain selama 2 menit bila didasarkan pada rata-rata nilai perubahan hasil *pre-test* ke *post-test*. Hal ini sesuai dengan penjelasan oleh Tucker dan Woods dalam Reddy *et al.*¹¹ bahwa enzim papain tidak terlalu efektif untuk memecah kolagen sedangkan enzim bromelain memiliki aksi yang lebih efektif dalam mendegradasi kolagen, dengan penyusun struktur organik dentin gigi terbesar adalah kolagen.¹¹

Hal ini juga sesuai dengan perbandingan unit aktivitas enzim antara enzim bromelain dan enzim papain, bahwa enzim bromelain memiliki kemampuan menghidrolisis protein lebih efektif dibandingkan enzim papain. Wuryanti¹² menyebutkan bahwa enzim bromelain yang diisolasi dari buah nanas (*Ananas comosus* L.) memiliki nilai unit aktivitas enzim sebesar 5,373 U/mL dalam pH optimum 6-8 dan suhu optimum 50°C.¹² Kusumadjaja dan Dewi¹⁹ menyatakan bahwa enzim papain memiliki unit aktivitas enzim sebesar 2,606 U/mL pada pH optimum 6 dan aktivitas enzim sebesar 2,469 U/mL pada suhu optimum 50°C.¹⁹ Enzim bromelain dan enzim papain merupakan salah satu bagian dari enzim endopeptidase pada kelompok protease sistein (protease tiol) dengan residu sulfhidril sistein dan histidin di sisi aktif, yang bekerja dengan cara serupa yaitu mengkatalisis pemecahan protein dari dalam rangkaian panjang dengan memutus ikatan peptide (khususnya glisin, alanin dan leusin) dengan menyisipkan komponen air yaitu -H dan -OH sehingga rantai protein terputus.^{17,18} Walaupun enzim bromelain dan enzim papain bekerja dengan cara yang serupa, berdasarkan kedua pernyataan sebelumnya, enzim bromelain mampu menghidrolisis protein menjadi asam amino lebih cepat daripada enzim papain.

Berdasarkan uji statistik *Independent T-Test* yang ditunjukkan pada tabel 2, antara kelompok perlakuan dengan enzim bromelain konsentrasi 10% dan kelompok perlakuan dengan enzim papain didapatkan nilai *Sig. (2-tailed)* lebih dari 0,05 yaitu nilai 0,856, yang berarti tidak ditemukan perbedaan yang bermakna antara keduanya, walaupun nilai rata-rata hasil *post-test* antara kedua kelompok tersebut menunjukkan perbedaan. Faktor yang memungkinkan hal ini terjadi adalah karena dalam penelitian ini tidak dilakukan pengujian tingkat kemurnian suatu enzim dan penghitungan unit aktivitas enzim pada

gel enzim bromelain konsentrasi 10%, sehingga tidak diketahui secara pasti besar unit aktivitas enzim pada konsentrasi tersebut. Enzim papain yang terkandung dalam produk BRIX3000® adalah 3.000 U/mg dalam konsentrasi 10% dengan waktu aplikasi selama 2 menit, dimana telah teruji secara klinis, terbukti efektivitasnya, dan telah digunakan secara komersial. Selain itu, terdapat faktor yang tidak dapat dikontrol yaitu keadaan jaringan karies pada karies yang dapat berbeda-beda pada tiap sampelnya walaupun termasuk dalam klasifikasi yang sama karies dentin. Keadaan ini berkaitan dengan besar kadar kolagen pada dentin (mg/ml) yang tidak diperhitungkan, yang mana kolagen sebagai substrat yang akan dihidrolisis oleh enzim protease dan sebagai penyusun terbesar dari struktur organik jaringan dentin.²¹

SIMPULAN

Aplikasi enzim bromelain ekstrak buah nanas (*Ananas comosus* L. Merr) konsentrasi 10% selama 2 menit dalam penelitian ini memiliki efektivitas yang setara dengan aplikasi enzim papain (produk BRIX3000®) selama 2 menit dalam menghasilkan degradasi jaringan karies pada dentin, sehingga bisa menjadi alternatif bahan CMCR.

DAFTAR PUSTAKA

1. Mount GJ, Hume WR, Ngo HC, Wolff MS. Preservation and Restoration of Tooth Structure. 3rd Edition. Oxford: Wiley Blackwell; 2016. H. 24-32.
2. Goldberg M. Understanding Dental Caries. Springer International Publishing. 2016; H. 1-249 DOI: [10.1007/978-3-319-30552-3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-30552-3)
3. Kidd E, Fejerskov O. Essentials of Dental Caries. 4th ed. United Kingdom: Oxford University Press; 2016; H. 1-208
4. Fernanda NPC, Leonardo ERF, Celia RMD. Chemical Versus conventional Caries Removal Techniques in Primary Teeth: A Microhardness Study. J Clinical Pediatric Dentistry. 2007; 31: 189-194. DOI: [10.17796/jcpd.31.3.1440852707v3g1u0](https://doi.org/10.17796/jcpd.31.3.1440852707v3g1u0)
5. Felizardo RK, Priscila N, Fernanda G, Conceicao FA, Baena M. Use of BRIX-3000 Enzymatic Gel in Mechanical Chemical Removal of Caries: Clinical Case Report. The J Health Science. 2018; 20(2): 87-92. DOI: [10.17921/2447-8938.2018v20n2p87-93](https://doi.org/10.17921/2447-8938.2018v20n2p87-93)
6. Ismail MM, Haidar AH. Impact of Brix 3000 and Conventional Restorative Treatment on Pain Reaction During Caries Removal among Group of Children in Baghdad City. J Bagh College Dentistry. 2019; 31(2): 7-12. DOI: [10.26477/jbcd.v31i2.2617](https://doi.org/10.26477/jbcd.v31i2.2617)
7. Manurung NS, Dewi AK, Dhartono AP. Papain-based Gel sebagai Agen Chemo-mechanical Caries Removal yang Ramah Lingkungan. Indonesian Dental Student J BMKGI. 2013; 2(1): 41-50.
8. Kathuria V, Ankola AV, Hebbal M, Macherla M. Carisolv- An Innovative Method of Caries Removal. J Clin Diagn Res. 2013; 7(12): 3111-3115. DOI: [10.7860/jcdr/2013/6676.3873](https://doi.org/10.7860/jcdr/2013/6676.3873)
9. Thakur R, Patil SDS, Kush A, Madhu K. SEM Analysis of Residual Dentin Surface in Primary Teeth Using Different Chemomechanical Caries Removal Agents. The J Clinical Pediatric Dentistry. 2017; 41(4): 289-293. DOI: [10.17796/1053-4628-41.4.289](https://doi.org/10.17796/1053-4628-41.4.289)
10. Rahmat D, Ratih D, Nurhidayati L, Bathini MA. Peningkatan Aktivitas Antimikroba Ekstrak Nanas (*Ananas comosus* (L.). Merr) dengan Pembentukan Nanopartikel. J Sains dan Kesehatan. 2016; 1(5): 236-243. DOI: [10.25026/jsk.v1i5.45](https://doi.org/10.25026/jsk.v1i5.45)
11. Ganesh M, Parikh D. Chemomechanical Caries Removal (CMCR) Agents: Review and Clinical Application in Primary Teeth. J Dent and Oral Hygiene. 2011; 3(3): 34-45.
12. Reddy VK, Nagar P, Reddy S, Ragulakollu R, Tirupathi SP, Ravi R, Purumadla U. Bromelain vs Papain Gel for Caries Removal in Primary Teeth. The J Contemporary Dent Practice. 2019; 20(11): 1343-1349.
13. Wuryanti. Isolasi dan Penentuan Aktivitas Spesifik Enzim Bromelin dari Buah Nanas (*Ananas comosus* L.). J. Kihafidin. Sains & Apl. 2004; 7(3): 78-82. DOI: [10.14710/jksa.7.3.78-82](https://doi.org/10.14710/jksa.7.3.78-82)
14. Rachmania RA, Wahyudi P, Wardani AM, Insani DR. Profil Berat Molekul Enzim Protease Buah Nanas (*Ananas comosus* L. Merr) dan Pepaya (*Carica Papaya* L.) Menggunakan Metode SDS-Page. ALCHEMY J Penelitian Kimia. 2017; 13 (1): 52-65. DOI: [10.20961/alchemistry.v13i1.2540](https://doi.org/10.20961/alchemistry.v13i1.2540)
15. Heymann HO, Swift EJ, Ritter AV. Studevant's

- Art and Science of Operative Dentistry. 4th Ed, A South Asian Edition. India: Elsevier; 2013. h. 1-429.
16. Marwah N. Textbook of Pediatric Dentistry. 3rd Ed. New Delhi: Jaypee Brothers; 2014. p 480-482.
17. Indrajeet, SO, Singh S, Chakravarty I, Kundu S. Extraction and Purification of Bromelain from Pineapple Fruit Pulp and Peel and Comparative Study of Enzymatic Activities. *International J Basic and Applied Biology*. 2017; 4(1): 4-7.
18. Salahudin F. Pengaruh bahan pengendap pada isolasi enzim bromelin dari bonggol nanas. *Biopropal Industri*. 2011; 2(1): 28.
19. Ahern K, Rajagopal I, Tan T. *Biochemistry Free For All*. 4.3: Mechanisms of Catalysis. 2021.
20. Brand RW, Isselhard DE. *Anatomy of Orofacial Structures: A Comprehensive Approach*. 8th Edition. Missouri: Elsevier, Inc; 2019. halaman
21. Kusumadjaja AP, Dewi RP. Penentuan Kondisi Optimum Enzim Papain dari Pepaya Burung Varietas Jawa (*Carica papaya*). *Indo. J. Chem*. 2005; 5(2): 147-151. DOI: [10.22146/ijc.21822](https://doi.org/10.22146/ijc.21822)
22. BRIX S.R.L. General Information of BRIX 3000. 2014.
23. Alfianti RD, Retno. Efek Enzim Bromelin Buah Nanas (*Ananas cosmosus* (L.) Merr) Berbasis Sediaan Gel Terhadap Lebar Intertubulus Dentin. Skripsi. Jember: Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember; 2019. h.1-73
24. Nanci A. *Ten Cate's Oral Histology Development, Structure, and Function*. 9th ed. St. Louis: Elsevier Inc. 2018; h. 1-823.